(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 100 37 715 A 1**

(51) Int. Cl.[7]: G 01 F 23/00

(21) Aktenzeichen: 100 37 715.7
(22) Anmeldetag: 2. 8. 2000
(43) Offenlegungstag: 14. 2. 2002

DE 100 37 715 A 1

(71) Anmelder:
Endress + Hauser GmbH + Co., 79689 Maulburg, DE

(74) Vertreter:
Andres, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 79589 Binzen

(72) Erfinder:
Neuhaus, Joachim, 79585 Steinen, DE; Krause, Michael, 79585 Steinen, DE; Grittke, Udo, 79541 Lörrach, DE; Wartmann, Gerd, Greenwood, Ind., US

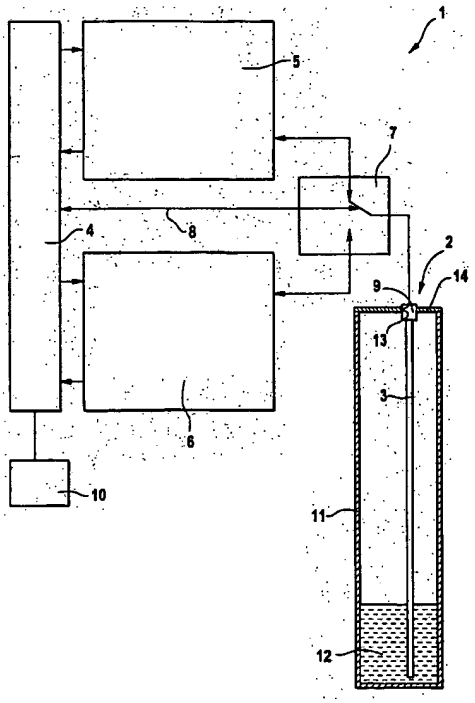
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 195 36 199 C2
DE 44 05 238 C2
DE 195 10 484 A1
DE 39 04 824 A1
DE 36 17 234 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Vorrichtung zur Messung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands eines Füllguts (12) in einem Behälter (11) mit einem Sensor (2) und einer Regel-/Auswerteeinheit (4).
Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung vorzuschlagen, die eine optimierte Füllstandsbestimmung und/oder Füllstandsüberwachung in einem Behälter (11) erlaubt.
Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Sensor (2) so ausgebildet ist, daß er in Verbindung mit zumindest zwei unterschiedlichen Meßverfahren betrieben wird bzw. daß der Sensor (2) in zumindest zwei unterschiedlichen Betriebsmoden arbeitet, daß die Regel-/Auswerteeinheit (4) den Sensor (2) jeweils nach zumindest einem der beiden Meßverfahren bzw. zumindest in einem der beiden Betriebsmoden betreibt und daß die Regel-/Auswerteeinheit (4) anhand der Meßdaten des Sensors (2), die über zumindest ein Meßverfahren bzw. während zumindest eines Betriebsmodus' geliefert werden, den Füllstand des Füllguts (12) in dem Behälter (11) bestimmt.



DE 100 37 715 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter.

[0002] Zur Bestimmung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter werden Meßsysteme eingesetzt, die unterschiedliche physikalische Größen messen. Anhand dieser Größen wird nachfolgend die gewünschte Information über den Füllstand abgeleitet. Neben mechanischen Abtastern werden kapazitive, konduktive oder hydrostatische Meßsonden eingesetzt, ebenso wie Detektoren, die auf der Basis von Ultraschall, Mikrowellen oder radioaktiver Strahlung arbeiten.

[0003] Bei kapazitiven Verfahren zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter bilden kapazitive Sonde und Behälterwand die Elektroden eines Kondensators. Falls die Behälterwand nicht leitfähig ist, muß eine separate zweite Elektrode innerhalb oder außerhalb des Behälters vorgesehen sein. Zwischen den beiden Elektroden befindet sich – je nach Füllstand des Mediums in dem Behälter – entweder Luft oder Medium, was sich aufgrund der unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten beider Substanzen in einer Änderung der Meßkapazität niederschlägt. Weiterhin ist die Meßkapazität natürlich auch abhängig von dem jeweiligen Füllstand des Mediums in dem Behälter, da die beiden Größen "Füllstand" und "Meßkapazität" funktional voneinander abhängen. Kapazitive Sonden lassen sich daher sowohl bei der Grenzstandsdetektion als auch bei einer kontinuierliche Füllstandsbestimmung einsetzen. Eine kapazitive Füllstandssonde ist z. B. aus der DE 195 36 199 C2 bekannt geworden.

[0004] Bei Laufzeitverfahren mit geführten elektromagnetischen Hochfrequenzpulsen (TDR-Verfahren oder Puls-Radar-Verfahren) oder mit kontinuierlichen, frequenzmodulierte Mikrowellen (z. B. FMCW-Radar-Verfahren) werden die Meßsignale auf ein leitfähiges Element bzw. einen Wellenleiter eingekoppelt und mittels des Wellenleiters in den Behälter, in dem das Füllgut gelagert ist, hineingeführt werden. Als Wellenleiter kommen die bekannten Varianten: Oberflächenwellenleiter nach Sommerfeld oder Goubau oder Lecherwellenleiter in Frage.

[0005] Physikalisch gesehen wird bei dieser Meßmethode der Effekt ausgenutzt, daß an der Grenzfläche zwischen zwei verschiedenen Medien, z. B. Luft und Öl oder Luft und Wasser, infolge der sprunghaften Änderung (Diskontinuität) der Dielektrizitätszahlen beider Medien ein Teil der geführten Hochfrequenz-Impulse bzw. der geführten Mikrowellen reflektiert und über das leitfähige Element zurück in eine Empfangsvorrichtung geleitet wird. Der reflektierte Anteil (→ Nutzechosignal) ist dabei um so größer, je größer der Unterschied in den Dielektrizitätszahlen der beiden Medien ist. Anhand der Laufzeit des reflektierten Anteils der Hochfrequenz-Impulse bzw. der CW-Signale (Echosignale) läßt sich die Entfernung zur Oberfläche des Füllguts bestimmen.

[0006] Im direkten Vergleich zwischen einem kapazitiven Meßsystem und einem Meßsystem mit geführten elektromagnetischen Meßsignalen zeigen sich gewisse Vorteile, aber auch Nachteile gegenüber der jeweils anderen Methode: Messungen eines kapazitiven Sensors sind nahezu unempfindlich gegenüber einer bewegten Oberfläche des Füllguts. Weiterhin werden die Messungen weder durch schäumende Füllgüter noch durch die Bildung von Ansatz an dem kapazitiven Sensor in nennenswerter Weise beeinflußt. Allerdings ist – um die Füllstandsmessung hoch genau durchzuführen zu können – eine Eichung des kapazitiven Meßsystems bei zumindest zwei Pegelständen erforderlich – was je nach Behältergröße und Füllgut sehr zeitaufwendig sein kann oder im Extremfall den Einsatz eines kapazitiven Sensors ausschließt. Ein weiterer Nachteil kapazitiver Meßsysteme ist darin zu sehen, daß die Messung bei einem nichtleitfähigen Füllgut abhängig ist von der jeweiligen Dielektrizitätskonstanten.

[0007] Kritisch bei einem Meßsystem mit geführten hochfrequenten Meßsignalen ist, daß Füllstandsmessungen im Bereich der sog. Blockdistanz nicht möglich sind, da hier die Nutzechosignale in Störsignalen verschwinden. Die Störsignale werden beispielsweise durch Reflexionen der Meßsignale im Bereich der Einkopplung der Meßsignale auf das leitfähige Element verursacht, oder sie treten auf als Folge der Wechselwirkung der Meßsignale mit einem Stutzen, in dem das Meßsystem befestigt ist (obere Blockdistanz). Ein weiteres den möglichen Meßbereich einschränkendes Störsignal tritt am freien Ende des leitfähigen Elements auf (untere Blockdistanz).

[0008] Sehr vorteilhaft bei Meßsystemen mit geführten hochfrequenten Meßsignalen ist hingegen, daß sie hochgenaue Meßergebnisse liefern und daß üblicherweise kein Abgleich, insbesondere kein Zwei-Punkt-Abgleich wie bei kapazitiven Meßsystemen, notwendig ist. Weiterhin ist die Messung mittels geführter Meßsignale weitgehend unabhängig von der jeweiligen Dielektrizitätskonstanten des Füllguts; darüber hinaus funktioniert ein Meßsystem mit geführten hochfrequenten Meßsignalen selbst noch bei relativ kleinen Dielektrizitätskonstanten hinreichend gut.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung vorzuschlagen, die eine optimierte Füllstandsbestimmung und/oder Füllstandsüberwachung in einem Behälter erlaubt.

[0010] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Vorrichtung einen Sensor und eine Regel-/Auswerteeinheit umfaßt, wobei der Sensor so ausgebildet ist, daß er in Verbindung mit zumindest zwei unterschiedlichen Meßverfahren betrieben wird bzw. daß der Sensor in zumindest zwei unterschiedlichen Betriebsmoden arbeitet, wobei die Regel-/Auswerteeinheit den Sensor jeweils nach einem der beiden Meßverfahren bzw. in einem der beiden Betriebsmoden betreibt und wobei die Regel-/Auswerteeinheit anhand der Meßdaten des Sensors, die über zumindest ein Meßverfahren bzw. während zumindest eines Betriebsmodus' geliefert werden, den Füllstand des Füllguts in dem Behälter bestimmt. Die erfindungsgemäße Lösung sieht vor, daß die Meßwerte über das kapazitive Meßverfahren bzw. über das Verfahren mit geführten hochfrequenten Meßsignalen entweder alternierend, zeitlich beliebig versetzt oder gleichzeitig, also quasi parallel gewonnen werden. So läßt sich beispielsweise eine optimierte Anpassung des Meßsystems an die Eigenschaften des jeweils zu messenden Füllguts erzielen; weiterhin ist es möglich, jeweils das Meßsystem zur Meßwertgewinnung heranzuziehen, das unter den gegebenen Bedingungen die besten Meßergebnisse liefert. Liegen die Meßwerte, die von dem kapazitiven Meßsystem und dem Meßsystem mit geführten Meßsignalen zeitlich dicht zusammen, so läßt sich darüber hinaus sogar ein Plausibilitätscheck durchführen.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß hochgenaue Füllstandsmessungen über die gesamte Behälterhöhe möglich sind, wobei die jeweils herangezogenen Meßwerte nahezu unbeeinflußt sind von der Beschaffenheit und der Art des jeweils zu messenden Füllguts. Die hochgenauen Messungen über die gesamte Behälterhöhe werden dadurch möglich, daß das eine Verfahren immer dann durch das jeweils andere Verfahren ersetzt wird oder werden kann, wenn die Nachteile des jeweils anderen Systems zum Tragen kommen. Weiterhin ist es möglich, die Meßwerte, die das eine System liefert, an-

hand der Meßwerte, die das andere Meßsystem liefert, zu korrigieren. Weiterhin eröffnet sich die Möglichkeit, beispielsweise den Abgleich des kapazitiven Meßsystems über die Meßwerte vorzunehmen, die das Meßsystem mit geführten Meßsignalen liefert.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich bei dem Sensor um zumindest ein leitfähiges Element, das sich in den Behälter hineinerstreckt. Bei dem leitfähigen Element kann es sich beispielsweise um zumindest eine Stange oder um zumindest ein Seil handeln.

[0013] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß das zumindest eine leitfähige Element wahlweise zur Durchführung eines kapazitiven Meßverfahrens oder eines Laufzeitverfahrens verwendet wird, wobei im Falle des kapazitiven Meßverfahrens das zumindest eine leitfähige Element eine Elektrode bildet und wobei im Falle des Laufzeitverfahrens hochfrequente Meßsignale entlang des zumindest einen leitfähigen Elements geführt werden.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird eine Eingabe-/Ausgabeeinheit vorgeschlagen, über die der jeweils gewünschte Betriebsmodus des Sensors eingegeben wird. Das Bedienpersonal kann also das eingesetzte Meßsystem optimal an die Beschaffenheit des zu messenden oder zu überwachenden Füllguts anpassen.

[0015] Alternativ ist eine Schalteinheit vorgesehen, über die der Sensor von dem einen in den anderen Betriebsmodus schaltbar ist. Insbesondere handelt es sich bei der Schalteinheit um einen elektronischen Schalter, vorzugsweise um einen MOSFET-Transistor. Wie bereits erwähnt, kann über den Schalter abwechselnd das eine oder das andere Meßsystem aktiviert werden, so daß die Meßwerte des einen oder des anderen Meßsystems zur Füllstandsbestimmung/Füllstandsüberwachung herangezogen werden können.

[0016] Eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung schlägt vor, daß in der Regel-/Auswerteeinheit ein Programm zur Ansteuerung des Sensors abgelegt ist, über das der Sensor alternierend oder nach einem vorgegebenen Schaltschema in die zumindest zwei unterschiedlichen Betriebsmoden geschaltet wird. Insbesondere ist vorgesehen, daß die Regel-/Auswerteeinheit anhand der Füllstandswerte, die nach zumindest zwei unterschiedlichen Meßverfahren ermittelt werden, einen Plausibilitätscheck durchführt.

[0017] Darüber hinaus wird gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Sensor derart ansteuert, daß die nach den zumindest zwei Meßverfahren ermittelten Meßdaten gleichzeitig bzw. nahezu gleichzeitig gemessen bzw. bereitgestellt werden.

[0018] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnung **Fig.** 1 näher erläutert.

[0019] **Fig.** 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1**.

[0020] Ein Füllgut **12** befindet sich in dem Behälter **11**. Bei diesem Füllgut **12** handelt es sich entweder um eine Flüssigkeit oder um einen Feststoff. In den Behälter **11** hinein erstreckt sich der Sensor **3**, der in einer Öffnung **13**, z. B. in einem Stutzen, im Deckel **14** des Behälters **11** befestigt ist. Wesentlicher Teil des Sensors **2** ist das leitfähige Element **3**. Das leitfähige Element **3** ist entweder als Seil oder als Stange ausgebildet. Bevorzugt erstreckt sich das leitfähige Element **3** über die gesamte Höhe des Behälters **11**.

[0021] Der Sensor **2** ist derart ausgestaltet, daß er alternierend oder parallel sowohl Füllstandsmeßwerte liefert, die über eine Kapazitätsmessung gewonnen werden, als auch Füllstandsmeßwerte bereitstellt, die über die Messung der Laufzeit von hochfrequenten Meßsignalen ermittelt werden. Arbeitet der Sensor **3** im Betriebsmodus "Laufzeitverfahren", so werden die hochfrequenten Meßsignale an dem leitfähigen Element **3** entlang in den Behälter **11** und aus dem Behälter **11** geführt.

[0022] Bei dem in der **Fig.** 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** erfolgt die Bereitstellung der Füllstandsmeßwerte wahlweise über eines der beiden möglichen Meßverfahren. Die alternierende Ansteuerung erfolgt über die Regel-/Auswerteeinheit **4** und die Schalteinheit **7**. Im dargestellten Fall ist gerade die Steuerschaltung **5** für den kapazitiven Sensor über die Schalteinheit **7** mit dem Sensor **2** verbunden, d. h. die Füllstandsmeßwerte werden über eine Kapazitätsmessung gewonnen. Nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit wird, beispielsweise gesteuert von der Regel-/Auswerteeinheit **4**, die Steuerschaltung **6** für den Sensor **2** mit den geführten Meßsignalen über die Schalteinheit **7** mit dem Sensor **2** verbunden. Nunmehr erfolgt die Ermittlung des Füllstandes des Füllguts **12** in dem Behälter **11** über die Messung der Laufzeit der geführten hochfrequenten Meßsignale.

[0023] Kommen beide Meßverfahren abwechselnd oder aber gleichzeitig zum Einsatz, so läßt sich ein Plausibilitätscheck durchführen. Fällt die Abweichung zwischen den beiden Meßwerten aus einem vorgegebenen Toleranzrahmen heraus, kann beispielsweise über die Eingabe-/Ausgabeeinheit **10** eine entsprechende Mitteilung an das Bedienpersonal ausgegeben werden. Zusätzlich kann ein Alarm aktiviert werden.

[0024] Weiterhin ist es vorgesehen, die beiden Meßsysteme so einzusetzen, daß das eine die Schwächen des jeweils anderen ausgleicht. So ist es beispielsweise möglich, daß der Abgleich des kapazitiven Meßsystems mittels des Meßsystems mit geführten Meßsignalen durchgeführt wird. Weiterhin ist vorgesehen, daß Füllstandswerte, die im Bereich der Blockdistanz des Meßsystems mit geführten Meßsignalen auftreten, über das kapazitive Meßsystem bestimmt werden.

[0025] Selbstverständlich ist es auch möglich, den Sensor **2** quasi als Universalsensor einzusetzen. Da die beiden Meßverfahren – kapazitives Meßverfahren und Meßverfahren über die Laufzeitbestimmung von geführten hochfrequenten Meßsignalen – sich hervorragend gegenseitig ergänzen, wird je nach Anwendungsfall das eine oder das andere Meßverfahren bessere Meßergebnisse liefern. So kann beispielsweise ganz gezielt in Abhängigkeit von dem jeweils zu messenden Füllgut **12** der Sensor **2** ausschließlich nach einem der beiden möglichen Meßverfahren betrieben werden. Die gewünschte Funktion des Sensors **2** kann vom Bedienpersonal über die Eingabe-/Ausgabeeinheit **10** eingestellt werden.

Bezugszeichenliste

1 erfindungsgemäße Vorrichtung
2 Sensor
3 Leitfähiges Element
4 Regel-/Auswerteeinheit
5 Steuerschaltung für kapazitiven Sensor
6 Steuerschaltung für Sensor mit geführten Meßsignalen
7 Schalteinheit
8 Verbindungsleitung
9 Einkopplung
10 Eingabe-/Ausgabeeinheit
11 Behälter
12 Füllgut
13 Öffnung
14 Deckel

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter mit einem Sensor und einer Regel-/Auswerteeinheit,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Sensor (2) so ausgebildet ist, daß er in Verbindung mit zumindest zwei unterschiedlichen Meßverfahren betrieben wird bzw. daß der Sensor (2) in zumindest zwei unterschiedlichen Betriebsmoden arbeitet,
daß die Regel-/Auswerteeinheit (4) den Sensor (2) jeweils nach zumindest einem der beiden Meßverfahren bzw. zumindest in einem der beiden Betriebsmoden betreibt und
daß die Regel-/Auswerteeinheit (4) anhand der Meßdaten des Sensors (2), die über zumindest ein Meßverfahren bzw. während zumindest eines Betriebsmodus' geliefert werden, den Füllstand des Füllguts (12) in dem Behälter (11) bestimmt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Sensor (2) um zumindest ein leitfähiges Element (3) handelt, das sich in den Behälter (11) hineinerstreckt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem leitfähigen Element (3) um zumindest eine Stange oder um zumindest ein Seil handelt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine leitfähige Element (3) wahlweise für ein kapazitives Meßverfahren oder für ein Laufzeitverfahren verwendet wird, wobei im Falle des kapazitiven Meßverfahrens das zumindest eine leitfähige Element (3) eine Elektrode bildet und wobei im Falle des Laufzeitverfahrens hochfrequente Meßsignale entlang des zumindest einen leitfähigen Elements (3) geführt werden.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingabeeinheit (10) vorgesehen ist, über die der jeweils gewünschte Betriebsmodus des Sensors (2) eingegeben wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schalteinheit (7) vorgesehen ist, über die der Sensor (2) von dem einen in den anderen Betriebsmodus schaltbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Schalteinheit (7) um einen elektronischen Schalter, vorzugsweise um einen MOSFET-Transistor, handelt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Regel-/Auswerteeinheit (4) ein Programm zur Ansteuerung des Sensors (2) vorgesehen ist, über das der Sensor (2) kontinuierlich, alternierend oder nach einem vorgegebenen Schaltschema in die zumindest zwei unterschiedlichen Betriebsmoden geschaltet wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Regel-/Auswerteeinheit (4) anhand der Füllstandswerte, die nach zumindest zwei unterschiedlichen Meßverfahren ermittelt werden, einen Plausibilitätscheck durchführt.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regel-/Auswerteeinheit (4) den Sensor (2) derart ansteuert, daß die nach den zumindest zwei Meßverfahren ermittelten Meßdaten gleichzeitig bzw. nahezu gleichzeitig gemessen werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Nummer: DE 100 37 715 A1
Int. Cl.[7]: G 01 F 23/00
Offenlegungstag: 14. Februar 2002

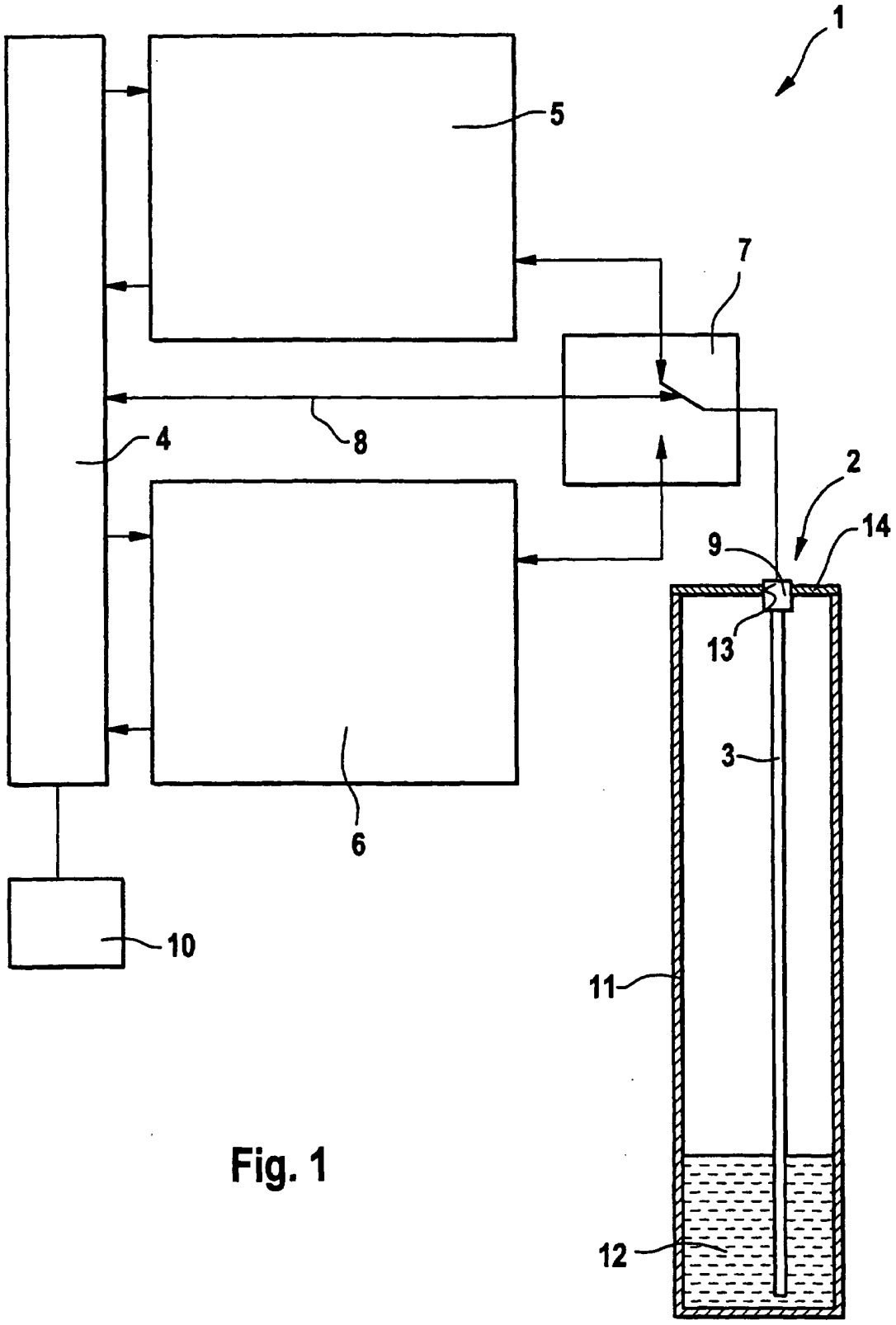


Fig. 1